บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 <u>การศึกษาสมบัติทางกายภาพ องค์ประกอบและโครงสร้างร่างแหเซลลูโลสของแผ่นวุ้นเซลลูโลสที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสต่างๆ</u>

ผลการทดลองแสดงว่า

- การจำแนกชนิดของแผ่นวุ้นเซลลูโลสทำได้โดย

(1) การวัดค่าแรงเจาะที่ความเร็ว 1 มม/ วินาที โดยใช้หัวเจาะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มม และแรงเจาะคงที่เท่ากับ 100 กรัม ค่าแรงเจาะของแผ่นวุ้นเซลลูโลสที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสต่างๆ มีดังนี้

<u>ชนิด</u>	<u>ค่าแรงเจาะเฉลี่ย</u> (นิวตัน)
แผ่นวุ้นชนิดนิ่ม	40.4 ± 1.7
แผ่นวุ้นชนิดแน่น	71.0 ± 9.8
แผ่นวุ้นชนิดแข็ง	101.5 ± 7.6

(2) การวัดค่า Hardness จากการทำ TPA โดยชิ้นตัวอย่างที่มีขนาด 15x15x10 มม ถูกกดด้วยแรงกดคงที่เท่ากับ 100 กรัม ที่ความเร็ว 1 มม/ วินาที เป็นระยะทางเท่ากับ 10 มม ค่า Hardness ของแผ่นวุ้นเซลลูโลสที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสต่างๆ มีดังนี้

<u>ชนิด</u>	<u>ค่า Hardness เฉลี่ย</u> (นิวตัน)
แผ่นวุ้นชนิดนิ่ม	232.2 ± 36.2
แผ่นวุ้นชนิดแน่น	344.1 ± 35.9
แผ่นวุ้นชนิดแข็ง	411.9 ± 15.8

- การวิเคราะห์องค์ประกอบของแผ่นวุ้นพบว่าปริมาณเซลลูโลสต่อน้ำหนักเปียก (%cellulose content, a) ของแผ่นวุ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณเซลล์แบคทีเรียต่อน้ำหนักเปียก (%cell content, b) ในอัตราส่วน 3.6:1 แต่ปริมาณเซลลูโลสต่อน้ำหนักเปียกของแผ่นวุ้นเป็นสัดส่วนผกผันกับปริมาณน้ำต่อกรัมเซลลูโลส (water per g-cellulose, c) โดย $c = -278.53a + 343.51$

- แผ่นวุ้นชนิดนิ่มมีค่าของปริมาณน้ำต่อกรัมเซลลูโลสสูงที่สุด และมีค่าเท่ากับ 219 กรัมน้ำต่อกรัมเซลลูโลส ซึ่งสูงเป็น 1.5 และ 1.9 เท่าของค่าที่ได้จากแผ่นวุ้นชนิดแน่นและชนิดแข็งตามลำดับ

- การศึกษาโครงสร้างของร่างแหเซลลูโลสจากภาพถ่ายโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดพบว่า แผ่นวุ้นชนิดนิ่มซึ่งมีปริมาณเซลลูโลสต่อน้ำหนักเปียกต่ำที่สุดมีขนาดของรูโพรงประมาณ 0.6 ไมครอนและมีความแปรปรวนของขนาดสูงที่สุด รองลงมาคือแผ่นวุ้นชนิดแข็งและชนิดแน่นซึ่งมีขนาดรูโพรงประมาณ 0.3 และ 0.2 ไมครอน ตามลำดับ

- แผ่นวุ้นเซลลูโลสทั้ง 3 ชนิดมีค่ามัธยฐานของขนาดเส้นใยเซลลูโลสเท่ากันและมีค่าเท่ากับ 60 นาโนเมตร แต่แผ่นวุ้นชนิดแข็งมีการรวมกลุ่มของเส้นใยเซลลูโลสเกิดเป็นกลุ่มของเส้นใยขนาดใหญ่มากถึง 300 นาโนเมตร

5.2 <u>การศึกษาอิทธิพลของปริมาณแหล่งคาร์บอนในอาหารน้ำมะพร้าวต่อสมบัติของแผ่นวุ้นเซลลูโลสที่สร้างจากเชื้อ Agr 60 และ TISTR 975</u>

ผลการทดลองพบว่า

- การเพิ่มปริมาณน้ำตาลซูโครสในอาหารน้ำมะพร้าวส่งผลให้เชื้อทั้ง 2 สายพันธุ์ สร้างแผ่นวุ้นเซลลูโลสได้มากขึ้นทั้งในด้านความหนาและน้ำหนักเปียก โดยเชื้อ Agr 60 สร้างแผ่นวุ้นที่มีความหนาและน้ำหนักเปียกสูงกว่าเชื้อ TISTR 975 ถึง 1.4 เท่า

- เมื่อใช้เชื้อสายพันธุ์ Agr 60 การเพิ่มปริมาณน้ำตาลซูโครสในอาหารน้ำมะพร้าวจาก 5 เป็น 10% ส่งผลให้ปริมาณเซลลูโลสต่อน้ำหนักเปียกและปริมาณเซลลูโลสที่ผลิตได้ทั้งหมดสูงขึ้นเป็น 1.5 เท่า โดย Agr 60 สร้างเซลลูโลสได้สูงถึง 8.24 กรัม/ ลิตรเมื่อปริมาณน้ำตาลซูโครสเท่ากับ 10% นอกจากนี้การเพิ่มปริมาณน้ำตาลซูโครสจาก 5 เป็น 10% ยังส่งผลให้แผ่นวุ้นที่สร้างจากเชื้อ Agr 60 มีค่าแรงเจาะและค่า Hardness สูงขึ้น 1.8 และ 1.4 เท่า ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อใช้เชื้อ TISTR 975 พบว่าการเพิ่มปริมาณน้ำตาลซูโครสส่งผลน้อยมากต่อปริมาณเซลลูโลสที่ผลิตได้ทั้งหมด

5.3 <u>การศึกษาอิทธิพลของปริมาณแหล่งไนโตรเจนในอาหารน้ำมะพร้าวต่อสมบัติของแผ่นวุ้นเซลลูโลสที่ สร้างจากเชื้อ Agr 60 และ TISTR 975</u>

ผลการทดลองพบว่า

- ปริมาณแอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตน้อยที่สุดที่ควรเติมในอาหารน้ำมะพร้าวเพื่อให้ได้แผ่นวุ้นเซลลูโลสที่มีความหนาและน้ำหนักเปียกสูงมีค่าเท่ากับ 0.1% สำหรับเชื้อทั้ง 2 สายพันธุ์ โดยการเติมแอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตในปริมาณ 0.1% จะส่งผลให้เชื้อ Agr 60 สร้างแผ่นวุ้นที่มีความหนาและน้ำหนักเปียกสูงขึ้นถึง 1.3 และ 1.5 เท่า ตามลำดับ

- การเพิ่มปริมาณแอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตในอาหารน้ำมะพร้าวส่งผลให้เชื้อทั้ง 2 สายพันธุ์เจริญได้ดีขึ้นและมีปริมาณเซลล์แบคทีเรียทั้งหมดในแผ่นวุ้นเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ในขณะเดียวกันแผ่นวุ้นมีค่าของปริมาณเซลลูโลสต่อน้ำหนักเปียก ความหนาแน่นของร่างแหและความแข็งต่ำลง โดยแนวโน้มดังกล่าวเห็นได้ชัดเจนกว่าเมื่อใช้เชื้อ Agr 60 ซึ่งการเติมแอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตในปริมาณ 0.1% ส่งผลให้ค่าแรงเจาะและค่า Hardness ของแผ่นวุ้นลดลงเหลือเพียง 40% และ 64% ตามลำดับ

- การเติมแอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตในปริมาณ 0.1% ส่งผลให้เชื้อทั้ง 2 สายพันธุ์สร้างเซลลูโลสได้สูงขึ้นถึง 1.3 เท่า โดยเชื้อ Agr 60 สร้างเซลลูโลสได้สูงกว่า TISTR 975 ประมาณ 1.2 เท่า และสร้างเซลลูโลสได้ถึง 6.3 กรัม/ ลิตร เมื่อเติมแอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตในปริมาณ 0.1%

5.4 <u>การศึกษาอิทธิพลของอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนในอาหารน้ำมะพร้าวต่อสมบัติของแผ่นวุ้นเซลลูโลสที่สร้างโดยเชื้อ Agr 60</u>

ผลการทดลองแสดงว่า

- อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนในอาหารน้ำมะพร้าวมีความสัมพันธ์เป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณเซลลูโลสต่อน้ำหนักเปียก ค่าแรงเจาะและค่า Hardness ของแผ่นวุ้น โดยการเพิ่มอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนจาก 20:1 เป็น 80:1 ส่งผลให้ปริมาณเซลลูโลสต่อน้ำหนักเปียก ค่าแรงเจาะและค่า Hardness ของแผ่นวุ้นเพิ่มขึ้นเป็น 1.4, 3.1 และ 1.7 เท่า ตามลำดับ ในขณะที่อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนแปรผกผันกับปริมาณน้ำต่อกรัมเซลลูโลส โดยการเพิ่มอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนจาก 20:1 เป็น 80:1 ส่งผลให้ปริมาณน้ำต่อกรัมเซลลูโลสของแผ่นวุ้นลดลงจาก 130 กรัมต่อกรัมเซลลูโลส เหลือเพียง 90 กรัมต่อกรัมเซลลูโลส

- เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลของแผ่นวุ้นที่ผลิตได้ทั้งหมด พบว่าปริมาณเซลลูโลสต่อน้ำหนักเปียก (%cellulose content, a) แปรผันตรงกับค่าแรงเจาะ (puncture force, d) ($d = 286.79a - 137.35$) และค่า Hardness (hardness, e) ($e = 726.58a - 100.59$) ของแผ่นวุ้น แต่แปรผกผันกับปริมาณน้ำต่อกรัมเซลลูโลส (water per g-cellulose, c) ($c = -128.08a + 226.88$)

ข้อเสนอแนะ

1. ในการศึกษาอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลซูโครสที่เติมในอาหารน้ำมะพร้าว เนื่องจากปริมาณเซลลูโลสต่อน้ำหนักเปียกและปริมาณเซลลูโลสที่สร้างได้ทั้งหมดของเชื้อ Agr 60 มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นได้อีก ดังนั้นอาจทำการศึกษาผลของปริมาณน้ำตาลซูโครสที่ปริมาณมากกว่า 10% ต่อสมบัติต่างๆของแผ่นวุ้นและปริมาณเซลลูโลสที่สร้างได้ทั้งหมดของเชื้อ Agr 60
2. ผลการทดลองแสดงว่าการแปรปริมาณแหล่งคาร์บอนและแหล่งไนโตรเจนในอาหารน้ำมะพร้าวไม่ส่งผลให้เกิดแผ่นวุ้นที่มีลักษณะเหมือนแผ่นวุ้นชนิดนิ่ม ดังนั้นอาจศึกษาปัจจัยอื่นๆ เช่น การใช้เชื้อสายพันธุ์อื่นๆ ทั้งนี้เพื่อให้เข้าใจถึงสาเหตุของการเกิดวุ้นชนิดนิ่มซึ่งเป็นวุ้นเสียในอุตสาหกรรมวุ้นน้ำมะพร้าว ข้อมูลดังกล่าวจะเป็นประโยชน์หากมีการศึกษาเพื่อนำแผ่นวุ้นชนิดนี้ไปใช้ประโยชน์จากสมบัติในการกักเก็บน้ำไว้ในโครงสร้างที่สูงมาก